

PAT-NO: JP410335249A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10335249 A

TITLE: IN SITU MONITORING OF CONTAMINANT IN  
SEMICONDUCTOR  
PROCESSING CHAMBER

PUBN-DATE: December 18, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
HASHIM, IMRAN

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME  
APPLIED MATERIALS INC

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP10103279

APPL-DATE: March 11, 1998

INT-CL (IPC): H01L021/203, H01L021/02 , C23C014/00 ,  
H01L021/205

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To measure contaminates in a  
processing chamber, by a  
method wherein gaseous contaminants such as moisture, oxygen,  
carbon dioxide,

or combinations of thereof are measured with microsenors.

SOLUTION: An apparatus which measures contaminants in a semiconductor processing chamber 10 is equipped with the processing chamber 10 and one or more microsenors 56, where the microsenors 56 are so arranged as to receive the exhaust gases from the processing chamber 10 and to measure real-time concentrations of one or more contaminants. Contaminants existing in the processing chamber 10 are measured with the microsenors 56 while wafers are subjected to processing after the processing chamber 10 is exhausted by a coarse pump 12 and a high-vacuum pump 52. The microsenors 56 are selected to measure gaseous contaminants such as moisture, oxygen, carbon dioxide, or combinations thereof, and the in situ monitors comprise a thin film sensor is considered as preferable.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-335249

(43)公開日 平成10年(1998)12月18日

(51) Int. Cl.<sup>8</sup> 識別記号

H01L 21/203

**21/02**

**/ C 2 3 C 14/00**

H01L 21/205

FI

H O 1 L 21/203

21/02

**C 2 3 C 14/00**

H01L 21/205

$$\mathbf{z}$$

**z**

B

審査請求 未請求 請求項の数20 O.L 外国語出願 (全 21 頁)

(21)出願番号 特願平10-103279

(22)出願日 平成10年(1998)3月11日

(31)優先権主張番号 08/814565

(32)優先日 1997年3月11日

(33) 優先權主張國 米國 (US)

(71)出願人 390040660

**アブライド マテリアルズ インコーポレ  
イテッド**

APPLIED MATERIALS, INC.  
INCORPORATED

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

95054 サンタ クララ

ペーラー 3050

イムラン ハシーム

アメリカ合衆国

(72)発明者 イムラン ハシーム

アメリカ合衆国、カリフォルニア州、

フリーモント、 ベリーモア コモン

1995-エ7

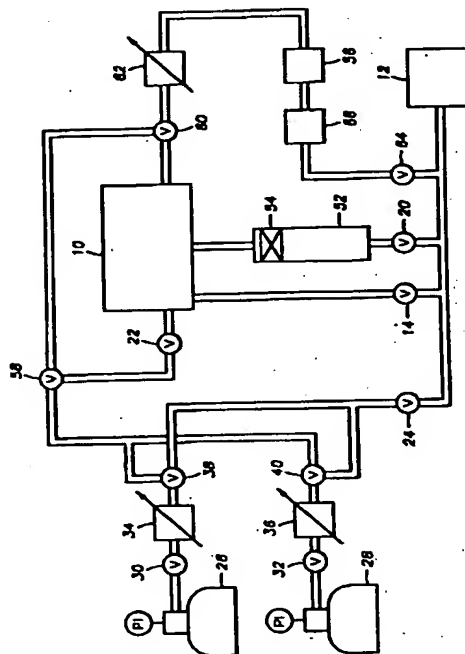
(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外4名)

(54) 【発明の名称】 半導体処理チャンバ内での異物のインサイチュモニタリング

(57) 【要約】

【課題】 半導体処理チャンバに存在するガス状汚染物質の本質的にリアルタイムの濃度を測定する方法及び装置を提供する。

**【解決手段】** 処理チャンバからの、少ない体積の排気ガスが一つ以上のマイクロセンサを通して吸引される。マイクロセンサは、水分、酸素、二酸化炭素あるいはこれらの組み合わせ等のガス状汚染物質を測定するように選択される。薄膜センサを備えるインサイチュモニタが好ましい。インサイチュモニタは、処理チャンバからの排気ガス及び処理チャンバをバイパスするプロセスガスを好ましくは選択的に連通することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体処理チャンバ内の汚染物質を測定するための方法であって、

処理チャンバから、一つ以上のマイクロセンサを通して排気ガスを流し、一つ以上の汚染物質の本質的にリアルタイムな濃度を測定するステップを含む方法。

【請求項2】 少なくとも一つの前記マイクロセンサが薄膜センサを備える請求項1に記載の方法。

【請求項3】 少なくとも一つの前記マイクロセンサが、バリウムでコートされた水晶を備えるインサイチュモニタである請求項1に記載の方法。

【請求項4】 前記排気ガスを、前記マイクロセンサを通して前記処理チャンバから専用ポンプが吸引する請求項1に記載の方法。

【請求項5】 マイクロセンサを、前記処理チャンバから流れる前記排気ガスと選択的に連通するステップを更に備える請求項1に記載の方法。

【請求項6】 半導体処理チャンバ内の一つ以上のガス状汚染物質を測定する方法であって、前記処理チャンバを高真空ポンプで真空排気するステップと、一つ以上のインサイチュモニタを、前記処理チャンバから流れる排気ガス及び前記処理チャンバをバイパスする処理ガスと選択的に連通するステップと、を備える方法。

【請求項7】 少なくとも一つの前記インサイチュモニタが、薄膜センサを備える請求項6に記載の方法。

【請求項8】 少なくとも一つの前記インサイチュモニタがバリウムでコートされた水晶を備える請求項6に記載の方法。

【請求項9】 水のリアルタイムな濃度が連続的に測定される請求項6に記載の方法。

【請求項10】 処理チャンバがPVD処理チャンバである請求項6に記載の方法。

【請求項11】 半導体処理チャンバ内の汚染物質を測定する装置であって、処理チャンバと、

少なくとも一つ以上のマイクロセンサとを備え、少なくとも一つ以上の前記マイクロセンサが、前記処理チャンバから排気ガスを受容して、本質的に一つ以上の汚染物質のリアルタイムな濃度を測定するように配置された装置。

【請求項12】 少なくとも一つ以上の前記マイクロセンサが、薄膜センサを備える請求項11に記載の装置。

【請求項13】 少なくとも一つ以上の前記マイクロセンサが、バリウムでコートされた水晶を備えるインサイチュモニタである請求項11に記載の装置。

【請求項14】 専用ポンプが前記処理チャンバからの排気ガスの一部をマイクロセンサを通して吸引する請求項11に記載の装置。

【請求項15】 前記マイクロセンサを前記排気ガスと選択的に連通する一つ以上のバルブを更に備える請求項11に記載の装置。

【請求項16】 ガスインレット及び排気ポートと、前記ガスインレットに接続された一つ以上のプロセスガス源と、前記排気ポートに接続された高真空ポンプと、一つ以上のインサイチュモニタと、前記インサイチュモニタを、一つ以上のプロセスガス源及び処理チャンバから排気されたガスの一部と選択的に連通するように配置された一つ以上のバルブと、を備える装置。

【請求項17】 少なくとも一つ以上の前記インサイチュモニタが薄膜センサを備える請求項16に記載の装置。

【請求項18】 少なくとも一つ以上の前記インサイチュモニタが、バリウムでコートされた水晶を備える請求項16に記載の装置。

【請求項19】 少なくとも一つ以上の前記インサイチュモニタが、水分の本質的にリアルタイムな濃度を測定する請求項16に記載の装置。

【請求項20】 前記処理チャンバがPVD処理チャンバである請求項16に記載の装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の分野】本発明は一般的に、一連のプロセスにおいて汚染物質 (contaminants、異物) を測定するためのデバイス及び方法に関する。更に詳細には、本発明は、半導体を製造するために使用される処理チャンバ内で汚染物質を測定するためのデバイス及び方法に関する。

## 【0002】

【発明の背景】半導体処理チャンバ内で汚染物質を測定するために現在使用されているデバイスは、残留ガス分析器 (RGA) であり、好ましくは四重極技術を含むものである。汚染物質を処理圧力でモニタリングするので、専用ターボポンプによって制御バルブ或いは制御オリフィスを通してチャンバのガスを分析器内に吸引する。このような残留ガス分析器はかさばり且つ高価であって、チャンバ内に入る前にプロセスガス中の汚染物質をモニタリングすることが一般的にできない。

【0003】図1 (従来技術) は半導体処理チャンバ10の概略図であり、初めに荒引きポンプ12で遮断バルブ14を通して真空排気する。クライオジェニックポンプ等の高真空ポンプ16が、遮断バルブ14を閉じて第2の遮断バルブ20を開くことによって、次に制御ゲートバルブ18を通してチャンバ10を真空排気する。高真空ポンプ16によって、半導体ウエハの処理中にチャンバ10の排気が続けられる。一つ以上の処理ガス (2つを図示) が、選択的に、処理チャンバ10に最終インレットバルブ22を通して提供されるか或いはバイ

バスバルブ24を介して荒引きポンプ12に提供される。プロセスガスは、通常、ガスシリンダ26、28から、シリンダ遮断バルブ30、32を通して供給される。ガスの流量は、通常、質量流量コントローラ34、36で制御される。三方向バルブ38、40が選択的にプロセスガスをチャンバ10或いは荒引きポンプ12に流すために使用される。各三方向バルブは、出口に配置された2つの遮断バルブ及びT継手で置き換えられる。

【0004】インサイチュ湿度計42がチャンバ10に入る前にプロセスガスをモニタするために使用されることができ、好ましい湿度計は、水晶微量化学はかりセンサ上にコートされたバリウム薄膜を有しており、ILMという商標でミリボアコーポレイションから市販されている。米国特許5,339,675号明細書及び5,477,716号明細書には、半導体処理チャンバに入るプロセスガスの湿度をモニタリングするための薄膜センサが説明されている。

【0005】残留ガス分析器44によって、処理チャンバ10内の汚染物質を測定する。通常、重要な汚染物質は、水分、酸素及び二酸化炭素を含む。専用ターボポンプ46は、制御バルブ48を通してチャンバ10から、或いは制御オリフィスから少量のガスの吸引する。チャンバ10のガスのサンプリングは、ターボポンプ46と荒引きポンプ12とを接続している遮断バルブによって選択される。

【0006】残留ガス分析器44は、通常、処理チャンバ10に供給するプロセスガスラインで見いだされる状況等の増加した圧力では作動しない。プロセスガスのための更なるモニタが、プロセスガス内の汚染物質をモニタするために通常使用される。故に、プロセスガスのいずれか或いはプロセスチャンバ内の汚染物質を測定する装置及び方法の必要性が存在する。

#### 【0007】

【発明の概要】本発明は、半導体処理チャンバ内の汚染物質の本質的なインサイチュモニタリングの方法及び装置を提供するものである。本発明の方法及び装置によると、少量の排気ガスが、専用小型高真空ポンプによって一つ以上のマイクロセンサを通して吸引される。マイクロセンサは、水分、酸素、二酸化炭素或いはこれらの組み合わせ等のガス状汚染物質を測定するために選択される。薄膜センサを含むインサイチュモニタが好ましい。インサイチュモニタは、プロセスガス或いは処理チャンバ内の汚染物質の測定を選択するように容易に構成される。

【0008】本発明の上記特徴、利点及び目的を達成し、詳細に理解することができるように、上に簡単に概略説明された本発明のより詳細な説明が、添付図面に記載された実施形態を参照にして得られるであろう。

【0009】しかし、添付図面は、本発明の典型的な実施形態であって、範囲を限定するものとみなしてはなら

ないことに注意すべきであり、本発明は他の等しく効果的な実施形態を許容することができる。

【0010】本発明の更なる理解のために、確実な詳細な説明に対して言及がなされなくてはならない。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】本発明は、半導体処理チャンバ内の汚染物質を測定するための装置を提供するものである。その装置は、処理チャンバ及び一つ以上のマイクロセンサを備え、マイクロセンサは、処理チャンバから排気ガスを受容して、一つ以上の汚染物質のリアルタイム濃度を実質的に測定するように配置されている。少量の排気ガスが一つ以上のマイクロセンサを通して、専用小型高真空ポンプによって吸引される。マイクロセンサは、水分、酸素、二酸化炭素或いはそれらの組み合わせ等のガス状汚染物質を測定するように選択される。薄膜センサを備えるインサイチュモニタが好ましい。

【0012】本発明の装置は好ましくは処理チャンバを備え、その処理チャンバは、ガスインレット及び排気ポートと、ガスインレットに接続された一つ以上のプロセスガス源と、排気ポートに接続された高真空ポンプと、一つ以上のインサイチュモニタと、インサイチュモニタを一つ以上のプロセスガス源及び処理チャンバから排気されたガスの部分とを選択的に連通するように配置された一つ以上のバルブとを有する。

【0013】本発明は半導体処理チャンバ内の汚染物質を測定するための、処理チャンバから一つ以上のマイクロセンサを通して排気ガスを流すステップと、一つ以上の汚染物質を実質的にリアルタイム濃度で測定するステップとを含む方法を提供する。本発明の方法は、好ましくは、処理チャンバを高真空ポンプで排気するステップと、一つ以上のインサイチュモニタを処理チャンバからの排気ガス流及び処理チャンバをバイパスするプロセスガスを選択的に連通するステップの組み合わせを備える。

【0014】方法及び装置はどのような処理チャンバとも使用されることができ、半導体ウエハ上のメタル層の物理気相堆積で生じる低圧及び高温に理想的に適する。

【0015】本発明の更なる説明は特定の実施形態に対してなされている。

【0016】図2は、半導体処理チャンバ10の概略図であり、このチャンバは、最初に荒引きポンプ12によって、開いた遮断バルブ14を通して真空排気される。次に、遮断バルブ14を閉じて第2の遮断バルブ20を開き、クライオジェニックポンプ等の真空ポンプ52によって、制御ゲートバルブ54を通してチャンバ10が真空排気される。高真空ポンプ16が、半導体ウエハの処理中にチャンバ10の排気を続ける。一つ以上のソースガス(2つを図示)が選択的に最終インレットバルブ22を通してチャンバ10に提供されるか、或いは直接にバイパスバルブ24を通して直接荒引きポンプ12

10

20

30

40

50

5

に提供される。プロセスガスは、通常、ガスシリンダ26、28から、シリンダ遮断バルブ30、32を通して供給される。ガスの流量は、通常、質量流量コントローラ34、36によって制御される。三方向バルブ38、40が、プロセスガスをチャンバ10或いは荒引きポンプ12に選択的に流すために使用されている。各三方向バルブは、T出口に配置された遮断バルブ及びT継手で置き換えることもできる。

【0017】マイクロセンサ湿度計56が配置され、プロセスガス源或いはチャンバ10から排気ガスの一部と第1の三方向バルブ及び第2の三方向バルブを通して選択的に連通している。処理ガス或いは排気ガスは、マイクロセンサを通して専用ポンプによって吸引され、流量はニードルバルブ62或いは調整可能コンダクタンスを有するオリフィスによって制御される。遮断バルブ64は所望の場合にマイクロセンサ56を荒引きポンプ12から分離する。代替えとして、遮断バルブがマイクロセンサ56を高真空ポンプから分離することもでき、小型ターボ分子ポンプ或いはドラッグ(drag)ポンプも、モニタを通してチャンバ排気或いはプロセスガスを吸引するには十分であろう。

【0018】他のガス状汚染物質用のマイクロセンサを、湿度計に追加或いはこれと置き換えることもできる。好ましいインサイチュモニタは薄膜センサであり、ガス状汚染物質を吸収する。好ましい湿度計は、水晶微量化学はかりセンサにコートされたバリウム薄膜を有しており、ミリボアコーポレイションから市販されている。他のガス状汚染物質は、酸素をモニタリングするタンバースのマイクロセンサを含む。

【0019】図3は半導体処理チャンバ10及び図2の

6

マイクロセンサ56の概略図であり、第1及び第2の三方向バルブ58、60が四方向バルブ68で置き換えられており、マイクロセンサ56を選択的にプロセスガス及びチャンバからの排気ガスの一部と連通する。

【0020】好ましくはマイクロセンサ56は、処理チャンバが荒引きポンプ12及び高真空ポンプ52によって真空排気された後に、処理チャンバ10内に存在する汚染物質をウェハの処理中に測定する。インレットガス内の汚染物質は、インレットガスが荒引きポンプ12によって真空排気された後に所望の通りにモニタされるであろう。ウェハ処理中に、インレットプロセスガス及び排気ガスのモニタリングは、第1及び第2の三方向バルブ58、60(図2)或いは四方向バルブ68(図3)を同時に切り替えることによって選択される。

【0021】好ましい実施形態に従って上述してきたが、本発明の他の及び更なる実施形態を、基本的な範囲から離れることなく工夫することができ、その範囲は請求項によって決定される。

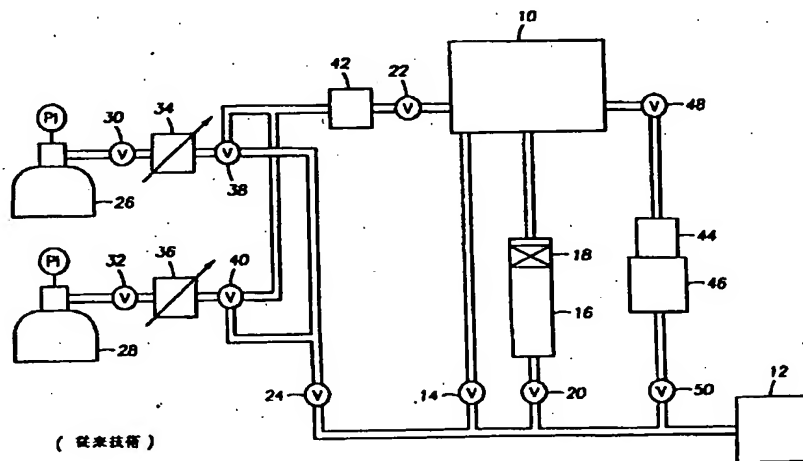
【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術を示す、インレットガスに含まれる水分を測定するマイクロセンサと、処理チャンバ内に存在するガス状汚染物質を測定する残留ガス分析器を有する半導体処理チャンバの概略図である。

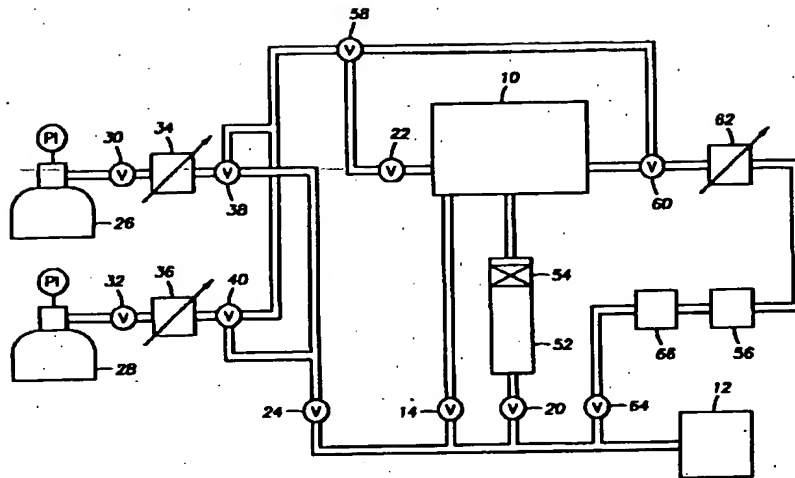
【図2】インレットガス及び排気ガスと選択的に連通し、処理チャンバに流入してその中に存在する汚染物質ガスを測定するマイクロセンサを有する半導体処理チャンバの概略図である。

【図3】図2に示す半導体処理チャンバ及びマイクロセンサの代替概略図である。

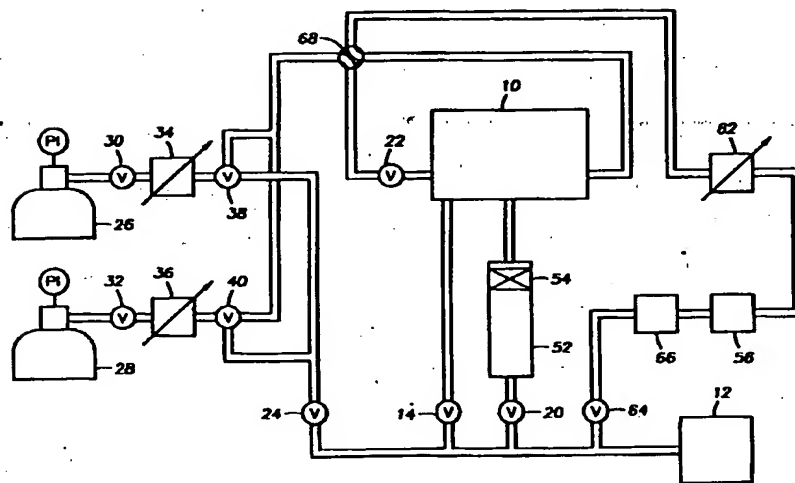
【図1】



【図2】



【図3】



【外国語明細書】

1. Title of Invention

IN SITU MONITORING OF CONTAMINANTS IN  
SEMICONDUCTOR PROCESSING CHAMBERS



整理番号: P98AM-037

(2/12)

## 2. Claims

1. A method for measuring contaminants in a semiconductor processing chamber, comprising the steps of:  
flowing exhaust gases from the processing chamber through one or more microsensors; and  
measuring essentially real-time concentrations of one or more contaminants.
2. The method of claim 1, wherein at least one microsensor comprises a thin film sensor.
3. The method of claim 1, wherein at least one microsensor is an *in situ* monitor which comprises a quartz crystal coated with barium.
4. The method of claim 1, wherein a dedicated pump draws exhaust gases from the processing chamber through the microsensor.
5. The method of claim 1, further comprising the step of selectively communicating the microsensor with the exhaust gases flowing from the processing chamber.
6. A method for measuring one or more gaseous contaminants in a semiconductor processing chamber, comprising the steps of:  
evacuating the processing chamber with a high vacuum pump; and  
selectively communicating one or more *in situ* monitors with exhaust gases flowing from the processing chamber and process gases bypassing the processing chamber.
7. The method of claim 6, wherein at least one *in situ* monitor comprises a thin film sensor.

整理番号: P98AM-037

(3/12)

8. The method of claim 6, wherein at least one *in situ* monitor comprises a quartz crystal coated with barium.
9. The method of claim 6, wherein the real-time concentration of water is continuously measured.
10. The method of claim 6, wherein the processing chamber is a PVD processing chamber.
11. An apparatus for measuring contaminants in a semiconductor processing chamber, comprising:
  - a processing chamber; and
  - one or more microsensors, at least one microsensor positioned to receive exhaust gases from the processing chamber and measure essentially real-time concentrations of one or more contaminants.
12. The apparatus of claim 11, wherein at least one microsensor comprises a thin film sensor.
13. The apparatus of claim 11, wherein at least one microsensor is an *in situ* monitor which comprises a quartz crystal coated with barium.
14. The apparatus of claim 11, wherein a dedicated pump draws a portion of the exhaust gases from the processing chamber through the microsensor.
15. The apparatus of claim 11, further comprising one or more valves for selectively communicating the microsensor with the exhaust gases.

整理番号: P98AM-037

(4/12)

16. An apparatus for measuring contaminants in a semiconductor processing chamber, comprising;
- a processing chamber comprising a gas inlet and an exhaust port;
  - a source of one or more process gases connected to the gas inlet;
  - a high vacuum pump connected to the exhaust port;
  - one or more *in situ* monitors; and
  - one or more valves positioned to selectively communicate the *in situ* monitors with the source of one or more process gases and a portion of gases exhausted from the processing chamber.
17. The apparatus of claim 16, wherein at least one *in situ* monitor comprises a thin film sensor.
18. The apparatus of claim 16, wherein at least one *in situ* monitor comprises a quartz crystal coated with barium.
19. The apparatus of claim 16, wherein at least one *in situ* monitor measures essentially real-time concentrations of moisture.
20. The apparatus of claim 16, wherein the processing chamber is a PVD processing chamber.

## 3. Detailed Description of Invention

**BACKGROUND OF THE INVENTION****Field of the Invention**

The present invention relates generally to devices and methods for measuring contaminants in a process stream. More particularly, the present invention relates to devices and methods for measuring contaminants in processing chambers used to make semiconductors.

**Background of the Invention**

A device currently used to measure contaminants in a semiconductor processing chamber is a residual gas analyzer (RGA) which preferably includes quadrupole technology. For monitoring of contaminants at processing pressures, a dedicated turbo pump draws chamber gases through a control valve or a limiting orifice into the analyzer. Such a residual gas analyzer is bulky and expensive, and is generally incapable of monitoring contaminants in process gases prior to their entry into the chamber.

Figure 1 (Prior Art) is a schematic diagram of a semiconductor processing chamber 10 which is initially evacuated by a roughing pump 12 through an open shut-off valve 14. A high vacuum pump 16, such as a cryogenic pump, then evacuates the chamber 10 through a control gate valve 18

by closing the shut-off valve 14 and opening a second shut-off valve 20. The high vacuum pump 16 continues to pump the chamber 10 during processing of semiconductor wafers. One or more processing gases (two shown) are selectively provided to the processing chamber 10 through a final inlet valve 22 or directly to the roughing pump 12 through a bypass valve 24. The process gases are typically supplied from gas cylinders 26, 28 through cylinder shut-off valves 30, 32. The flow rate of the gases is typically controlled with mass flow controllers 34, 36. Three way valves 38, 40 can be used to selectively flow the process gases to the chamber 10 or to the roughing pump 12. Each three way valve may be replaced by a tee and two shut-off valves positioned on the outlets.

An *in situ* moisture analyzer 42 may be used to monitor the process gases prior to entering the chamber 10. A preferred moisture analyzer has a thin film of barium coated on a quartz crystal microbalance sensor and is commercially available from Millipore Corporation under the trademark ILM®. United States Patents Nos. 5,339,675 and 5,477,716 describe thin film sensors for monitoring moisture in process gasses which are inlet to semiconductor processing chambers.

A residual gas analyzer 44 measures contaminants within the processing chamber 10. Contaminants typically of concern include moisture, oxygen, and carbon dioxide. A dedicated turbo pump 46 draws a small volume of gases from the chamber 10 through a control valve 48, or a limiting orifice. Sampling of the gases in the chamber 10 is selected by a shut-off valve which connects the turbo pump 46 and the roughing pump 12.

The residual gas analyzer 44 does not operate at increased pressures such as the regimes typically found in process gas lines which supply the processing chamber 10. Additional monitors

for process gases are typically used to monitor contaminants in the process gases. Therefore, there exists a need for an apparatus and method for measuring contaminants in either process gases or in a processing chamber.

#### Summary of the Invention

The present invention provides a method and apparatus for essentially *in situ* monitoring of contaminants within a semiconductor processing chamber. According to a method and apparatus of the present invention, a small volume of exhaust gases are drawn through one or more microensors by a dedicated smaller high vacuum pump. The microensors are selected to measure gaseous contaminants such as moisture, oxygen, carbon dioxide, or combinations thereof. *In situ* monitors comprising a thin film sensor are preferred. The *in situ* monitors are readily configured to select measurement of contaminants in process gases or in the processing chamber.

#### Brief Description of the Drawings

So that the manner in which the above recited features, advantages and objects of the present invention are attained and can be understood in detail, a more particular description of the invention, briefly summarized above, may be had by reference to the embodiments thereof which are illustrated in the appended drawings.

整理番号: P98AM-037

(8/12)

It is to be noted, however, that the appended drawings illustrate only typical embodiments of this invention and are therefore not to be considered limiting of its scope, for the invention may admit to other equally effective embodiments.

For a further understanding of the present invention, reference should be made to the ensuing detailed description.

#### Detailed Description of the Invention

The present invention provides an apparatus for measuring contaminants in a semiconductor processing chamber, the apparatus comprising a processing chamber, and one or more microsenors, wherein the microsenors are positioned to receive exhaust gases from the processing chamber and measure essentially real-time concentrations of one or more contaminants. A small volume of exhaust gases are drawn through one or more microsenors by a dedicated smaller high vacuum

pump. The microsenors are selected to measure gaseous contaminants such as moisture, oxygen, carbon dioxide, or combinations thereof. *In situ* monitors comprising a thin film sensor are preferred.

The apparatus of the invention preferably comprises a processing chamber comprising a gas inlet and an exhaust port, a source of one or more process gases connected to the gas inlet, a high vacuum pump connected to the exhaust port, one or more *in situ* monitors, and one or more valves positioned to selectively communicate the *in situ* monitors with the source of one or more process gases and a portion of gases exhausted from the processing chamber.

The present invention provides a method for measuring contaminants in a semiconductor processing chamber, comprising the steps of flowing exhaust gases from the processing chamber through one or more microsenors, and measuring essentially real-time concentrations of one or more contaminants. The method of the invention preferably comprises the combined steps of evacuating the processing chamber with a high vacuum pump, and selectively communicating one or more *in situ* monitors with exhaust gases flowing from the processing chamber and process gases bypassing the processing chamber.

The method and apparatus can be used with any processing chamber, and is ideally suited for the low pressures and high temperatures encountered in physical vapor deposition of metal layers on semiconductor wafers.

Further description of the invention will be directed toward specific embodiments.



整理番号: P98AM-037

(10/12)

Figure 2 is a schematic diagram of a semiconductor processing chamber 10 which is initially evacuated by a roughing pump 12 through an open shut-off valve 14. A high vacuum pump 52, such as a cryogenic pump, then evacuates the chamber 10 through a control gate valve 54 by closing the shut-off valve 14 and opening a second shut-off valve 20. The high vacuum pump 16 continues to pump the chamber 10 during processing of semiconductor wafers. One or more source gases (two shown) are selectively provided to the processing chamber 10 through a final inlet valve 22 or directly to the roughing pump 12 through a bypass valve 24. The process gases are typically supplied from gas cylinders 26, 28 through cylinder shut-off valves 30, 32. The flow rate of the gases is typically controlled with mass flow controllers 34, 36. Three way valves 38, 40 are used to selectively flow the process gases to the chamber 10 or to the roughing pump 12. Each three way valve may be replaced by a tee and two shut-off valves positioned on the tee outlets.

A microsensor moisture analyzer 56 is positioned to selectively communicate with the source of process gases or a portion of exhaust gases from the chamber 10 through a first three-way valve 58 and a second three-way valve 60. The process or exhaust gases are drawn through the microsensor by a dedicated pump 66, and the flow rate is controlled by a needle valve 62, or an orifice having adjustable conductance. A shut-off valve 64 isolates the microsensor 56 from the roughing pump 12 when desired. Alternatively, the shut-off valve could isolate the microsensor 56 from the high vacuum pump, and a small turbomolecular pump or a drag pump would be sufficient to draw the process gas or the chamber exhaust through the monitor.

整理番号: P98AM-037

(11/12)

Microsensors for other gaseous contaminants can supplement or replace the moisture analyzer 56. Preferred *in situ* monitors have a thin film sensor which absorbs the gaseous contaminant. A preferred moisture analyzer has a thin film of barium coated on a quartz crystal microbalance sensor and is commercially available from Millipore Corporation. Monitors for other gaseous contaminants include Titanium based microsensors for monitoring Oxygen.

Figure 3 is a schematic diagram of the semiconductor processing chamber 10 and the microsensor 56 of Figure 2 wherein the first and second three-way valves 58, 60 are replaced by a four-way valve 68 which selectively communicates the microsensor 56 with the source of process gases and a portion of exhaust gases from the chamber.

The microsensor 56 preferably measures contaminants exiting the processing chamber 10 during processing of wafers after the processing chamber is evacuated by the roughing pump 12 and the high vacuum pump 52. Contaminants in the inlet gases may be monitored as desired after the inlet gas lines are evacuated by the roughing pump 12. During wafer processing, monitoring of inlet process gases and chamber exhaust gases is selected by simultaneously switching the first and the second three-way valves 58, 60 (Fig. 2) or the four-way valve 68 (Fig. 3).

While the foregoing is directed to a preferred embodiment of the present invention, other and further embodiments of the invention may be devised without departing from the basic scope thereof, and the scope thereof is determined by the claims which follow.

整理番号: P98AM-037

(12/12)

## 4. Brief Description of Drawings

Figure 1 (Prior Art) is a schematic view of a semiconductor processing chamber having a microsensor measuring the moisture content of inlet gases and a residual gas analyzer measuring gaseous contaminants exiting the processing chamber;

Figure 2 is a schematic view of the semiconductor processing chamber having a microsensor which selectively communicates with the inlet gases and exhaust gases to measure gaseous contaminants entering and exiting the processing chamber; and

Figure 3 is an alternative schematic view of the semiconductor processing chamber and the microsensor of Figure 2.

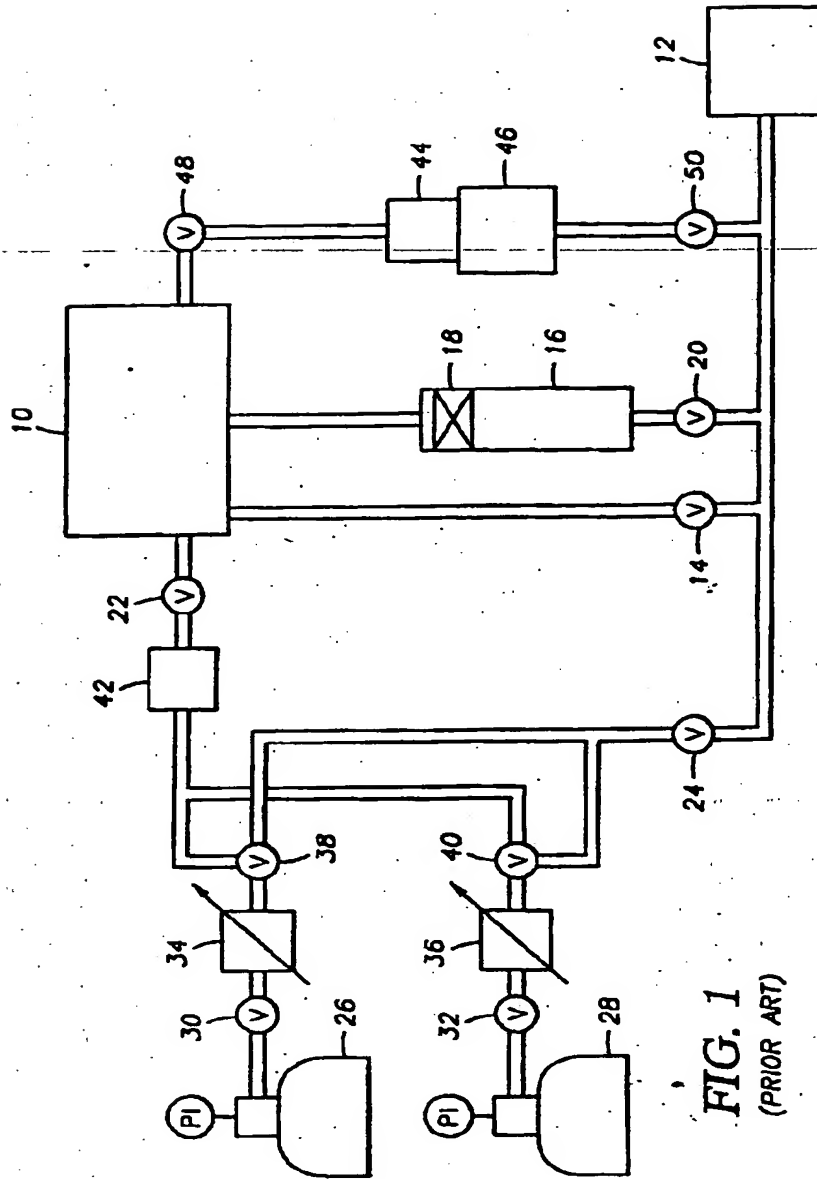


FIG. 1  
(PRIOR ART)



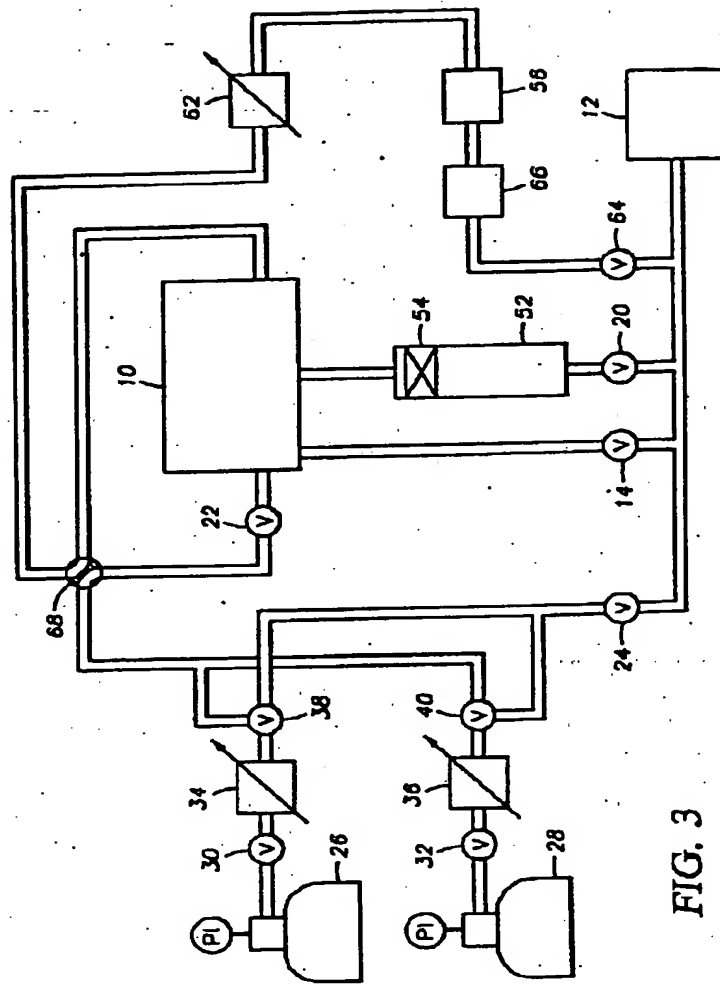


FIG. 3

## 1. Abstract

### Abstract of the Disclosure

A method and apparatus for measuring essentially real-time concentrations of gaseous contaminants exiting a semiconductor processing chamber. A small volume of exhaust gases from the processing chamber is drawn through one or more microsensors. The microsensors are selected to measure gaseous contaminants such as moisture, oxygen, carbon dioxide, or combinations thereof. *In situ* monitors comprising a thin film sensor are preferred. The *in situ* monitors preferably can be selectively communicated with the exhaust gases from the processing chamber and process gases which bypass the processing chamber.

## 2. Representative Drawing

Fig. 2